Energieertrag vs. Nennleistung

Energy Yield Label für PV Module

Speaker: Jörg Althaus
Moderator: Michael Fuhs

TÜVRheinland®
Precisely Right.

TÜV Rheinland

Bietet zugeschnittene Lösungen für Hersteller, EPCs und Investoren entlang der Wertschöpfungskette.

Mehr als **40** Jahre Erfahrung mit Photovoltaik.

PV-Kraftwerks-Inspektionen seit **1990.**

Mehr als **500** Niederlassungen in **59** Ländern weltweit.

8,000 m^2 Laborfläche

250+ PV-Experten weltweit.

Energieertrag vs. Nennleistung

Energy Yield Label für PV Module

Speaker:

- Globaler Segmentkoordinator PV-Anlagendienstleistungen
- Regionaler Manager Indien, Mittlerer Osten, Afrika
- Segment Manager Deutschland
- Bei TÜV Rheinland seit 2001
- Expertise: PV-Modul Qualität, Risikominimierung, Standardisierung, Zertifizierung

Jörg Althaus

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Energieertrag vs. Nennleistung

Energy Yield Label für PV Module

Kapitel	Thema
1	Was bedeutet Energy Rating für PV-Module?
2	Vorteile von Energy Rating
3	Einflussgrößen auf den Energieertrag
4	TÜV Rheinland Energy Yield Rating Label

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Energieertrag vs. Nennleistung

Energy Yield Label für PV Module

Kapitel	Thema
1	Was bedeutet Energy Rating für PV-Module?
2	Vorteile von Energy Rating
3	Einflussgrößen auf den Energieertrag
4	TÜV Rheinland Energy Yield Rating Label

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Was bedeutet Energy Rating für PV-Module?

Energy Rating vs Power Rating

Power Rating		Energy Rating
• Leistung bei STC • Höhere Leistung • Verbunden mit **€/W_p**	⟷	• Energieertrag • Beste Technologie für einen Standort • Verbunden mit **€/Wh**

- ❑ Normative Grundlage ist die Standardreihe IEC 61853 Teil 1 bis 4.
- ❑ Die Industrie bewegt sich weg von *Wp* hin zu ertragsorientierten Entscheidungen.
- ❑ Energy Rating sollte nicht nur den Ertrag prognostizieren, sondern die **Gründe für Verluste** bewerten.

Nicht alles was Sie über Modulertrag wissen können und sollten findet sich in Datenblättern.

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Was bedeutet Energy Rating für PV-Module?

Ertragsprognosen

Basis für Simulation sind u.a. sogenannte „PAN-Files“

- Parameters werden Datenblättern entnommen
- Ertragsprognose enthält z.T. erhebliche Ungenauigkeiten

TÜV Rheinland PAN-File

- Parameter basieren auf genauen Labormessungen nach den Standards IEC 61853-1 und 61853-2
- Hochgenaue, verlässliche Ertragsprognosen
- Verifizierte PAN-Files auf www.certipedia.com veröffentlicht

Download PAN File auf Certipedia

Further information by the certificate holder about the certified product

Discription::	PAN files describe the properties of PV modules under different environmental conditions. They contain input data for commercially available simulation software for forecasting energy yields. To increase the accuracy of these yield forecasts, TÜV Rheinland offers more accurate PAN files. These PAN files from TÜV Rheinland are based on accurate laboratory measurements according to IEC 61853-1 and IEC 61853-2 and represent a comprehensive set of parameters for the module under defined conditions. As a result, the uncertainties of the energy yield forecasts are reduced and the risk of under- or overvaluations of PV revenues can be reduced.
All certificates of TÜV Rheinland:	4 certificates for products
Contact to the certificate holder:	**TÜV Rheinland Energy GmbH** Am Grauen Stein 51105 Köln E-mail: solarenergy@de.tuv.com

Downloads

Document Type	Document Title	Approved by TÜV Rheinland	Document Description
Test Records	TRCGN300P	Yes	PAN Files are data packages of PV module characteristic required of precise energy yield predictions. PAN Files available for download on certipedia are based on accurate laboratory measurements by TÜV Rheinland

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Was bedeutet Energy Rating für PV-Module?

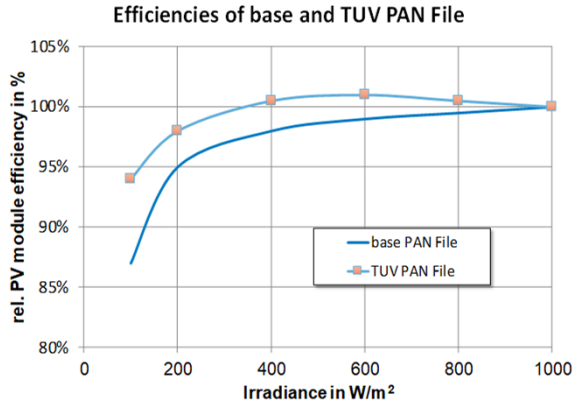
PAN-File Daten

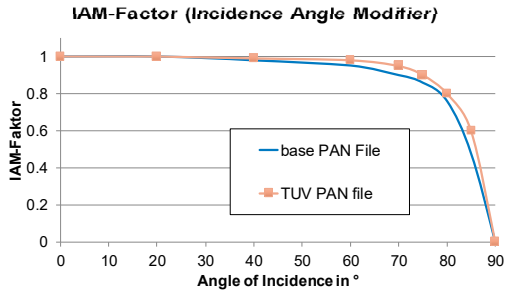
IEC 61853-1 → **IEC 61853-2** → **TUV PAN File**

Einstrah-lung	Modul-Temperatur			
W m^{-2}	15 °C	25 °C	50 °C	75 °C
1100	NA	▪	▪	▪
1000	▪	▪	▪	▪
800	▪	▪	▪	▪
600	▪	▪	▪	▪
400	▪	▪	▪	NA
200	▪	▪	NA	NA
100	▪	▪	NA	NA

▪ Messpunkte

Einfalls-winkel	IAM
0°	▪
±10°	▪
±20°	▪
±30°	▪
±40°	▪
±50°	▪
±60°	▪
±70°	▪
±80°	▪
±90°	▪





Komplette Messdaten führen zu genaueren PAN Files und reduzieren das Risiko von Fehlprognosen um mehrere Prozent.

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Energieertrag vs. Nennleistung

Energy Yield Label für PV Module

Kapitel	Thema
1	Was bedeutet Energy Rating für PV-Module?
2	Vorteile von Energy Rating
3	Einflussgrößen auf den Energieertrag
4	TÜV Rheinland Energy Yield Rating Label

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Vorteile von Energy Rating

Globale Zusammenhänge:

Jährlicher Zubau

2016: 76 GW_{DC}
2017: 99 GW_{DC}
2018: 109 GW_{DC}
2019: 117 GW_{DC}

Globale Kapazität

2019: 634 GW_{DC}

Marktanteil

Solar PV ist führend bei neuen Energiequellen in führenden Märkten

Investitionen

2017: EUR 144.4 Mrd.
2018: EUR 116.4 Mrd.
2019: EUR 113.5 Mrd.

Preis €/W_P

Basierend auf Leistungsmessung nach STC[1]

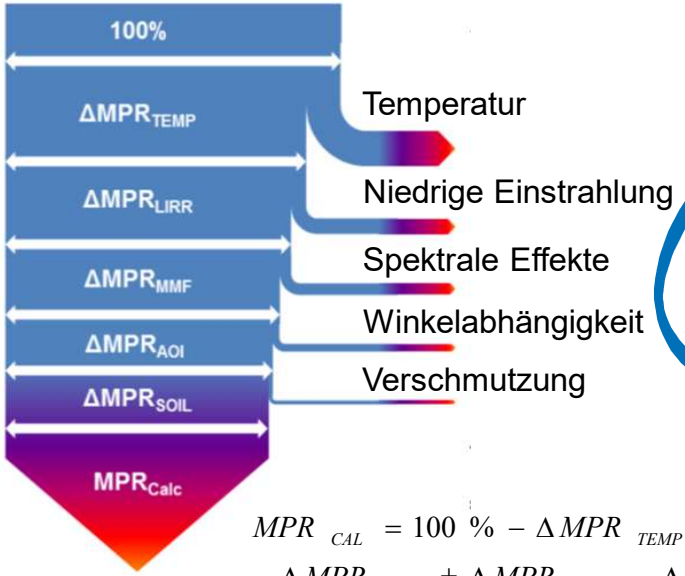
Entscheidung

W_P & Simulation

Realität vs. STC

Unsicherheiten

Investition = W_P vs. Profit = kWh



Energy Rating = Quantifizierung der monetären Verluste

$$MPR_{CAL} = 100\,\% - \Delta MPR_{TEMP} \pm \Delta MPR_{LIRR} - \Delta MPR_{SOIL} \pm \Delta MPR_{SMM} - \Delta MPR_{AOI} + \Delta MPR_{bifi}$$

Quellen: IEA PVPS (2019), BloombergNEF Clean Energy Investments Report 2018, REN 21 Report 2018

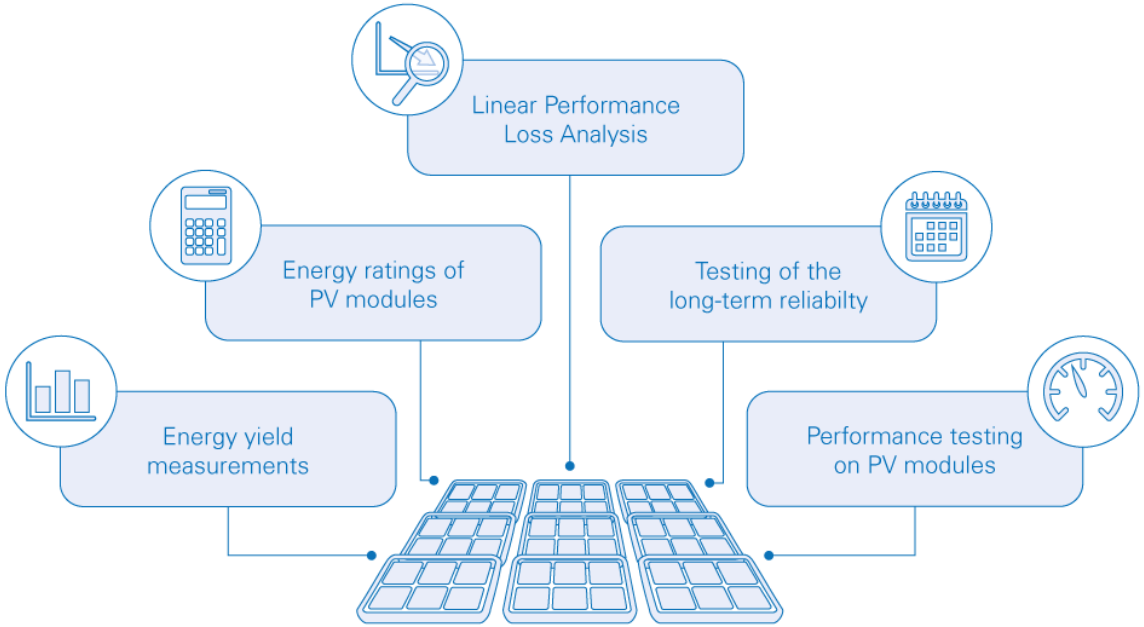
[1] Einstrahlung: 1000 W/m², AM: 1.5 und Umgebungstemperatur 25°C

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Vorteile von Energy Yield Rating

Ein Beispiel:

- 100 MW PV-Anlagen in West Europa, moderates Klima
- PPA: 0,05 € / kWh
- +1 % mehr Energieertrag bedeutet + 49.200 € pro Jahr
- Über die Lebensdauer der Anlagen (25 Jahre) ist der monetäre Effekt größer 1.230.000 €.



Energy Rating und Ertragsmessungen sind eine Gelegenheit für Investoren, ihren Ertrag zu steigern!

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Energieertrag vs. Nennleistung

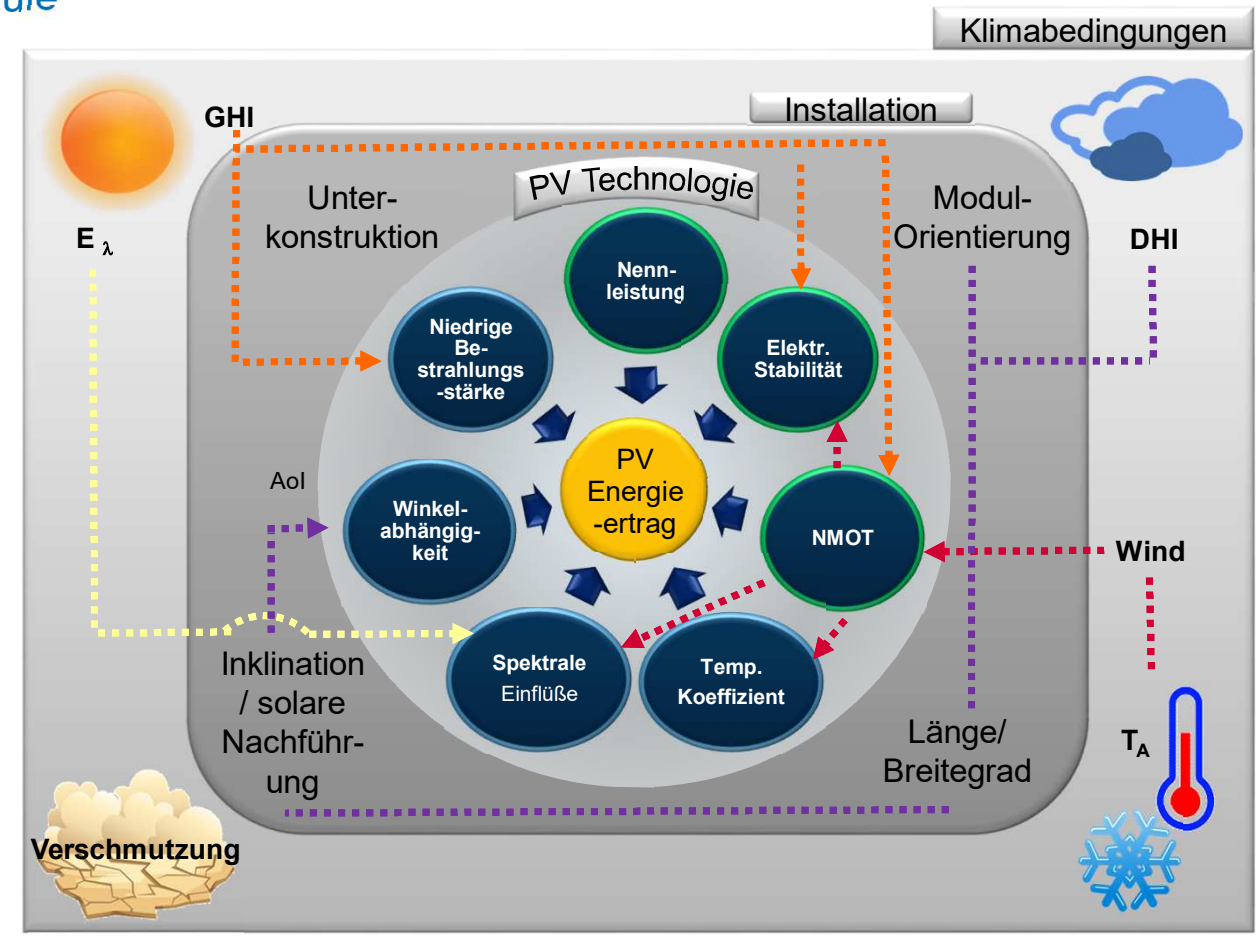
Energy Yield Label für PV Module

Kapitel	Thema
1	Was bedeutet Energy Rating für PV-Module?
2	Vorteile von Energy Rating
3	Einflussgrößen auf den Energieertrag
4	TÜV Rheinland Energy Yield Rating Label

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Einflussgrößen auf den Energieertrag

Monofaziale PV-Module



NMOT = Nominal Module Operating Temperature
GHI = Globale horizontale Einstrahlung
DHI = Diffuse horizontale Einstrahlung
AoI = Angle of Incidence
T_A = Umgebungstemperatur
E_λ = Spektrale Einstrahlung
Δt = Dateninterval

Konstante PV-Modul Eigenschaften

Variable PV-Modul Eigenschaften

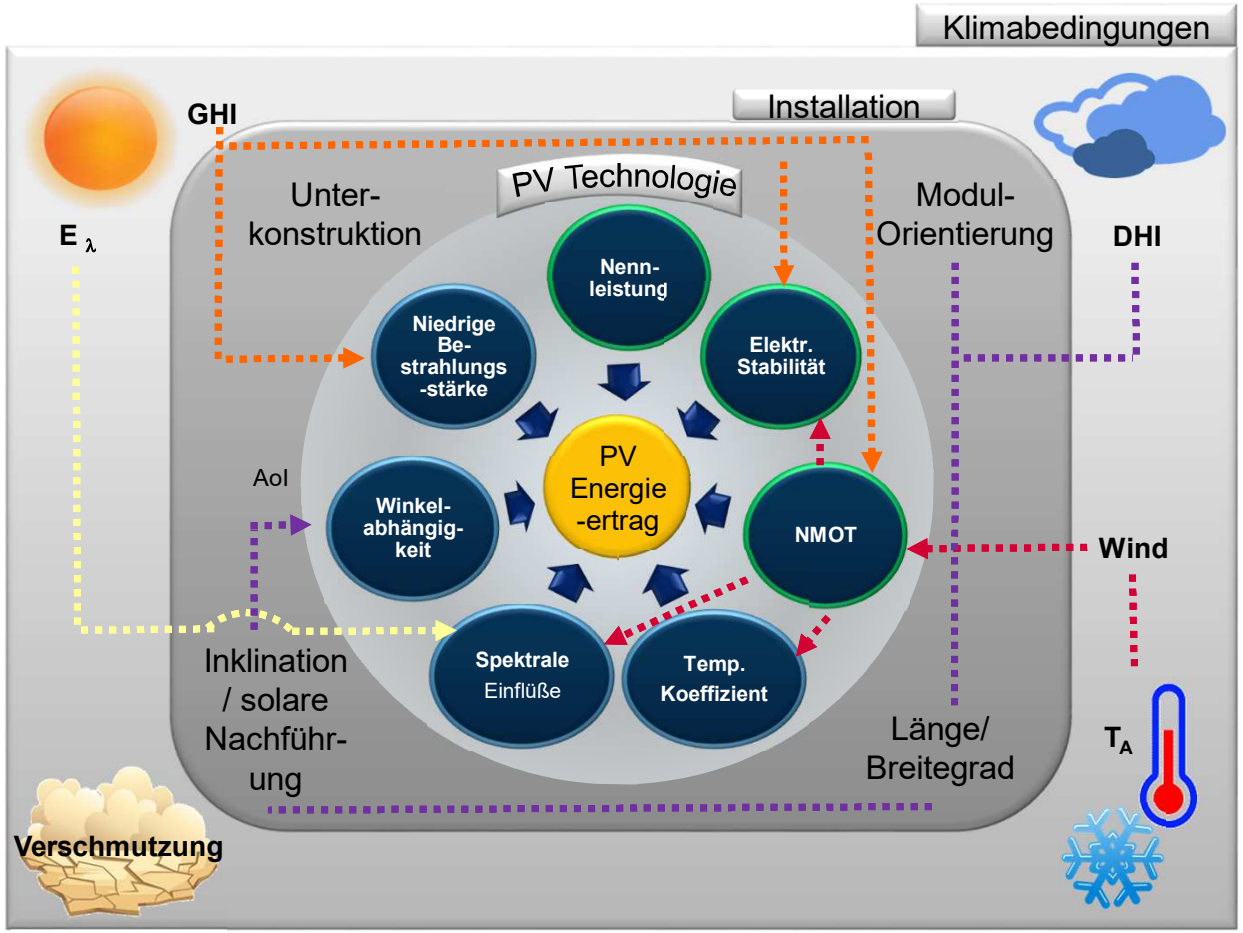
TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Einflussgrößen auf den Energieertrag

Bifaziale PV-Module

Bifazialitäts-Faktor φ

Elektrische Leistung der Rückseite



Albedo

Höhe über dem Boden

Rückseitige Verschattung

Einstrahlung auf der Rückseite

Konstante PV-Modul Eigenschaften

Variable PV-Modul Eigenschaften

NMOT = Nominal Module Operating Temperature
GHI = Globale horizontale Einstrahlung
DHI = Diffuse horizontale Einstrahlung
AoI = Angle of Incidence
T_A = Umgebungstemperatur
E_λ = Spektrale Einstrahlung
Δt = Dateninterval

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Energieertrag vs. Nennleistung

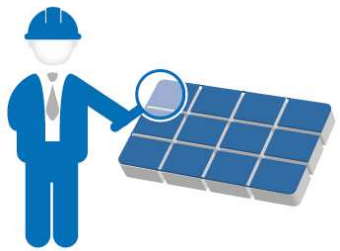
Energy Yield Label für PV Module

Kapitel	Thema
1	Was bedeutet Energy Rating für PV-Module?
2	Vorteile von Energy Rating
3	Einflussgrößen auf den Energieertrag
4	TÜV Rheinland Energy Yield Rating Label

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

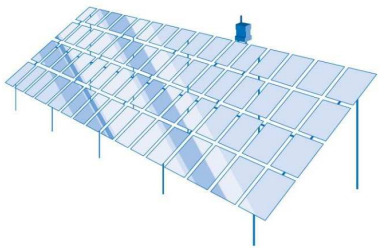
TÜV Rheinland Energy Yield Rating Label

Von der Prüfung zum Label



LABOR TESTPROGRAM

- Leistungsbewertung
- Temperatur- und Einstrahlungsabhängigkeit
- Spektrale Empfindlichkeit & Winkelabhängigkeit



FREIBEWITTERUNG

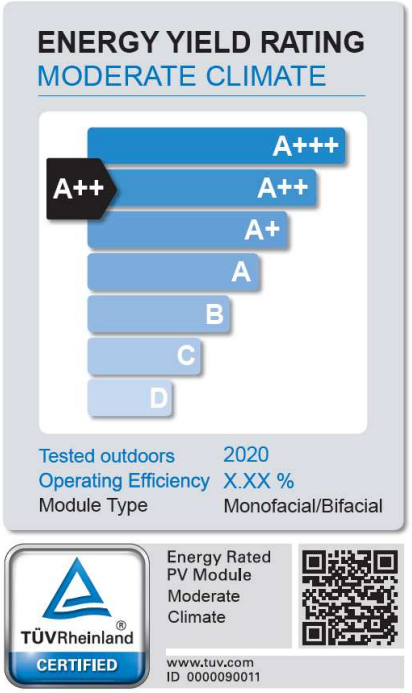
- Stabilitätsanalyse und Freibewitterung
- Betriebseffizienz, spezifischer Ertrag und Modul Performance Ratio

TESTS

Klimadaten

Lineare Performance Loss Analyse

ANALYSE



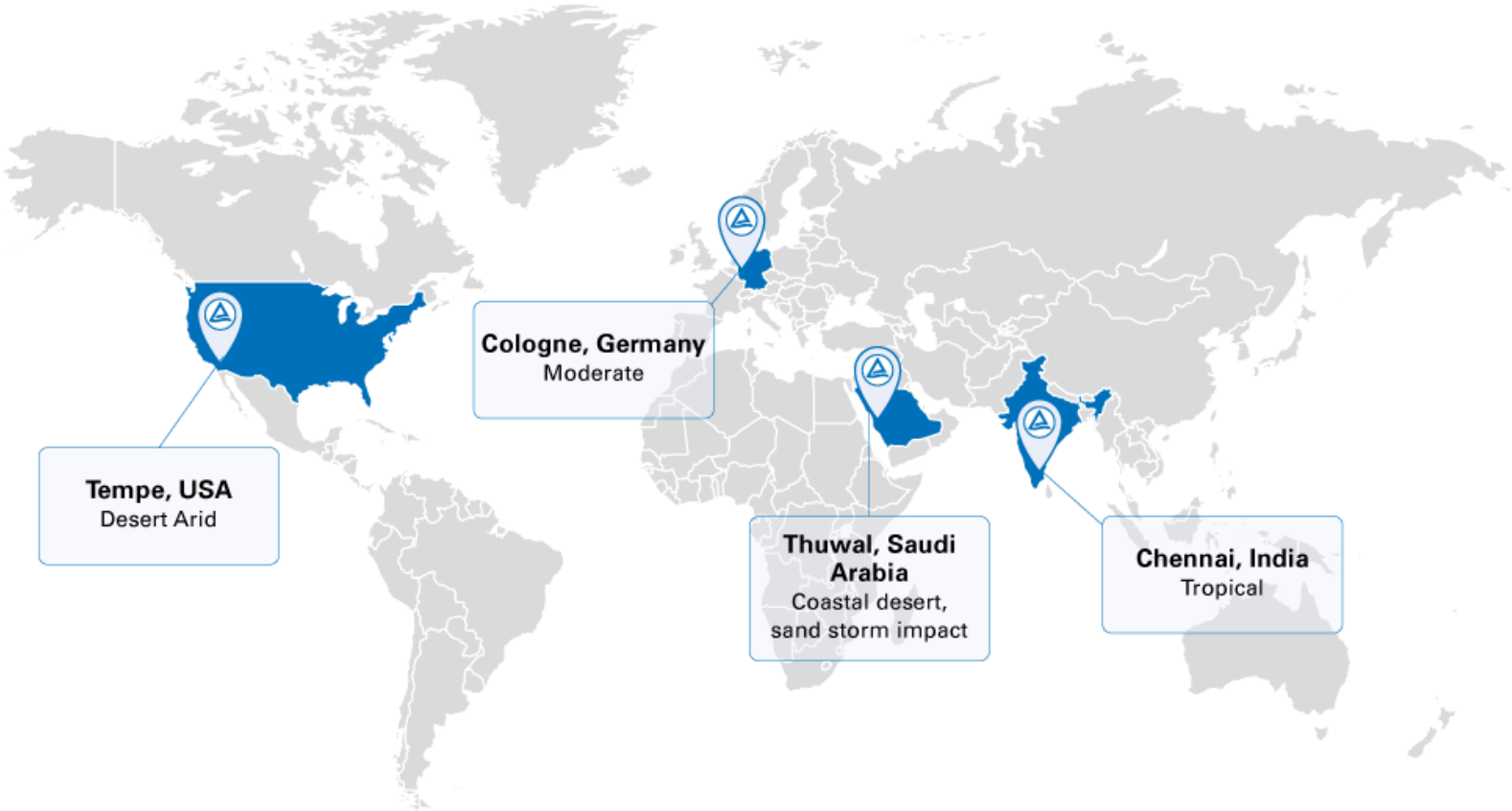
ZERTIFIZIERUNG

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

TÜV Rheinland Energy Yield Rating Label

Außenbewitterungsstandorte mit identischem Aufbau

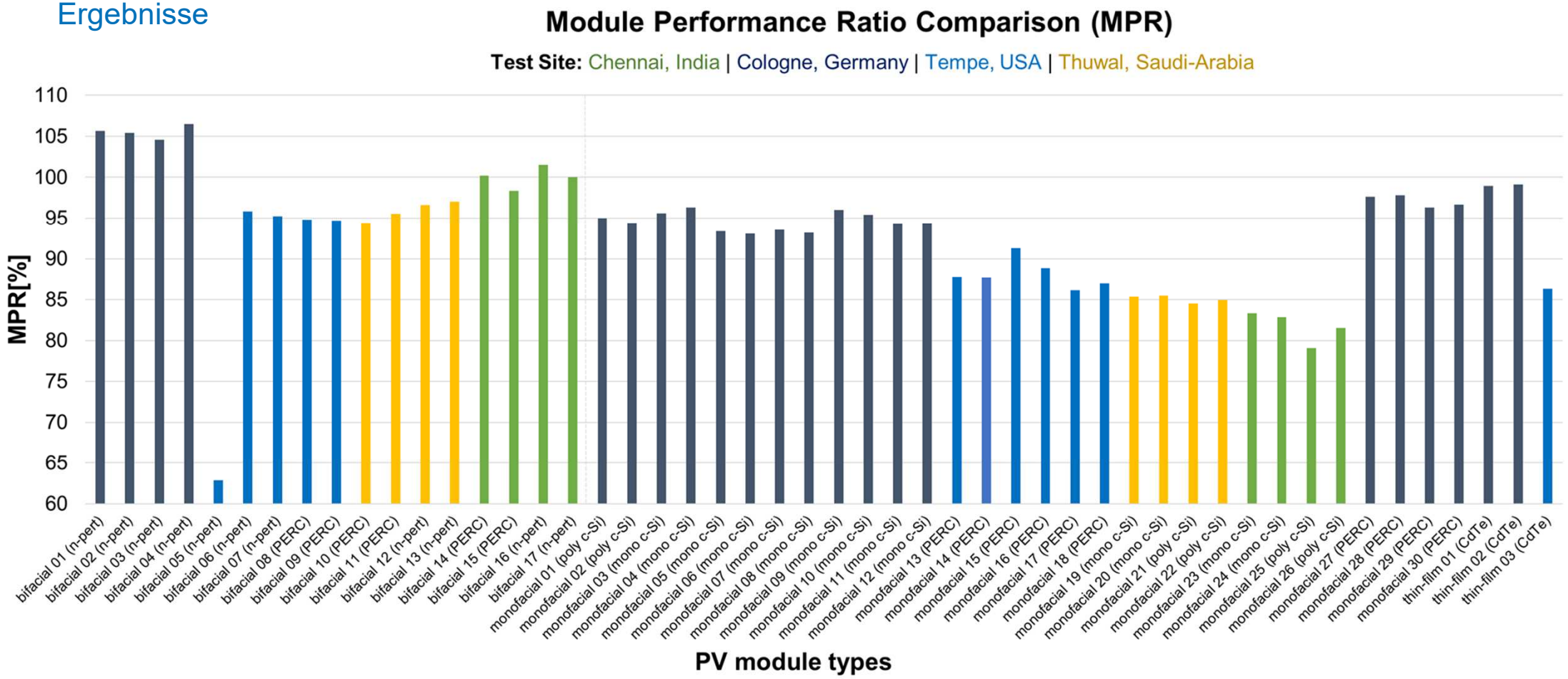
- MPP Tracking (30 sec)
- U/I-Kennlinie (10 min)
- Temperatur der Modulrückseite, T_{BoM} (30 sec)
- Spektrale Einstrahlung (1min)
- Meteorologische Daten (30 sec)
- G_r Pyranometer (30 sec)



TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

TÜV Rheinland Energy Yield Rating Label

Ergebnisse



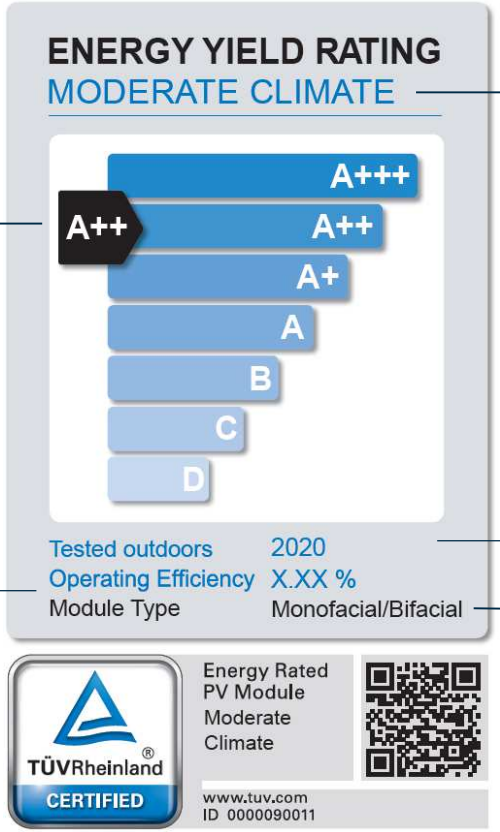
TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

TÜV Rheinland Energy Yield Rating Label

Das Label erklärt

$$MPRI = \frac{MPR_{\text{Sample}}}{MPR_{\text{Reference}}} - 1$$

- Ertragsklassifizierung
- Operating Efficiency



- Klimazone
  1. **Moderates Klima**
  2. **Wüsten/Küsten Klima**
  3. **Trockenes Wüstenklima**
  4. **Tropisches Klima**
- Prüfzeitraum
- PV-Typ

ENERGY YIELD RATING

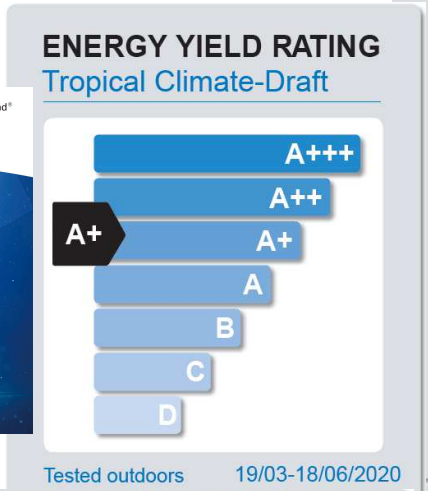
A+++	MPRI > 1,08
A++	MPRI > 1,03
A+	MPRI > 1,01
A	0,99 ≤ MPRI ≤ 1,01
B	MPRI < 0,99
C	MPRI < 0,97
D	MPRI < 0,95

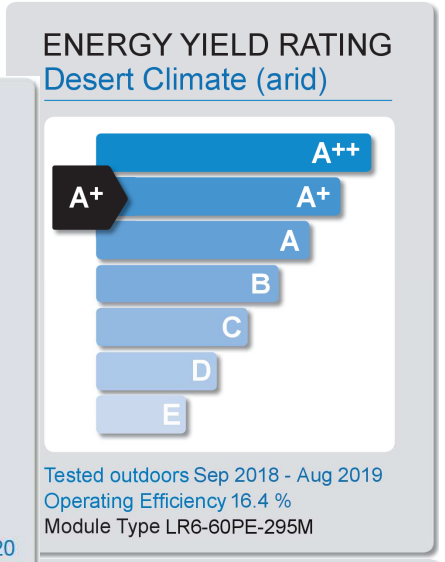
- Referenz: c-Si PV-Modul (60 Zellen, Glas/EVA/Backsheet)
- Speziell angefertigt
- Identisch an allen Standorten
- Stabile und komplett analysierte Eigenschaften

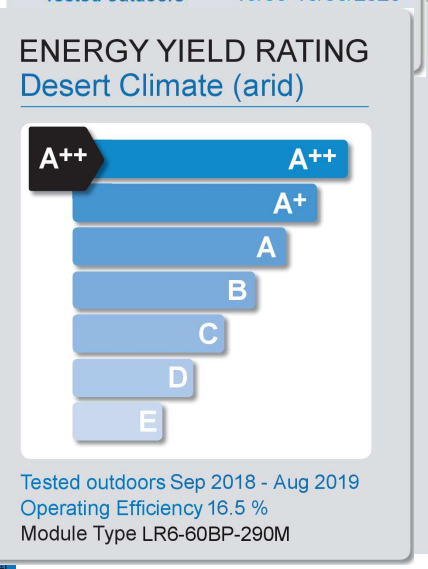
TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

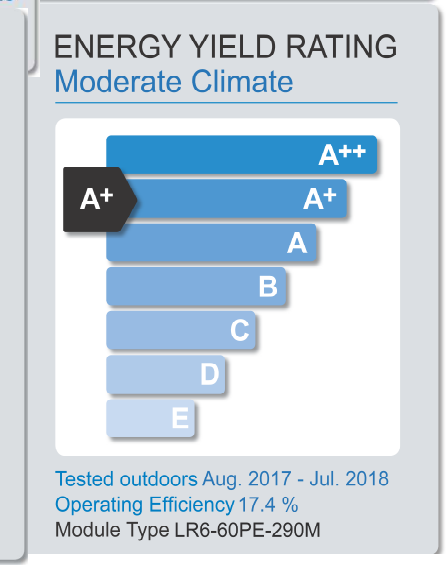
TÜV Rheinland Energy Yield Rating Label

Ergebnisse Longi









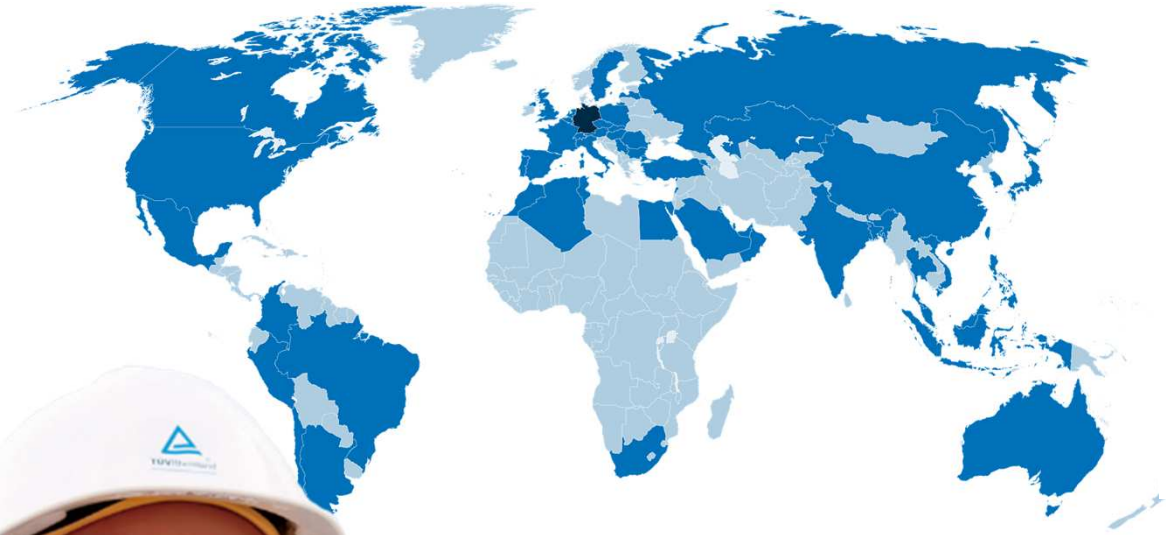
TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Energieertrag vs. Nennleistung

Zusammenfassung

- Die Wettbewerbsfähigkeit von Solarprojekten kann durch PV-Module mit einer zuverlässigen Langzeitleistung und einer optimalen Energieausbeute für das Klima des Installationsortes verbessert werden.
- Klimaschwankungen + PV-Modul Eigenschaften + Installationssituation wirken sich auf die Energieeffizienz aus.
- Selbst unter den gleichen Bedingungen (Klima und Installation) gibt es immer noch signifikante Unterschiede in der Energieeffizienz.
- Lineare Leistungsverlustanalyse als Modell zur Quantifizierung von Energieverlusten / -gewinnen
- Energy Rating Label für PV-Module: Eine Ertragsklassifizierung basierend auf Labormessungen und Referenzklimadaten
- Betriebstemperaturen und Ausgangsleistung sind vor Ort zu messen.
- Langzeitfeldmessungen sind nach wie vor die einzige Möglichkeit, die Langzeitleistung zu bewerten

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.



Certipedia PV

www.tuv.com/solar

Follow us

Email: solarenergy@de.tuv.com

Tel.: +49 221 806 5222

TUV Rheinland Energy & Industry

@tuvcom_solar

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Danke!

www.tuv.com/solar

LEGAL DISCLAIMER

Dieses Dokument ist Eigentum von TÜV Rheinland. Es dient nur zu vertraulichen Informationszwecken für den Empfänger. Weder dieses Dokument noch irgendwelche Informationen oder Daten, die darin enthalten sind, dürfen ohne vorherige schriftliche Zustimmung von TÜV Rheinland zu anderen Zwecken verwendet oder vervielfältigt oder ganz oder teilweise an Dritte weitergegeben werden. Dieses Dokument ist nicht ohne eine mündliche Erklärung (Präsentation) des Inhalts vollständig.

TÜV Rheinland AG

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Backup

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

TÜV Rheinland Energy Yield Rating Label

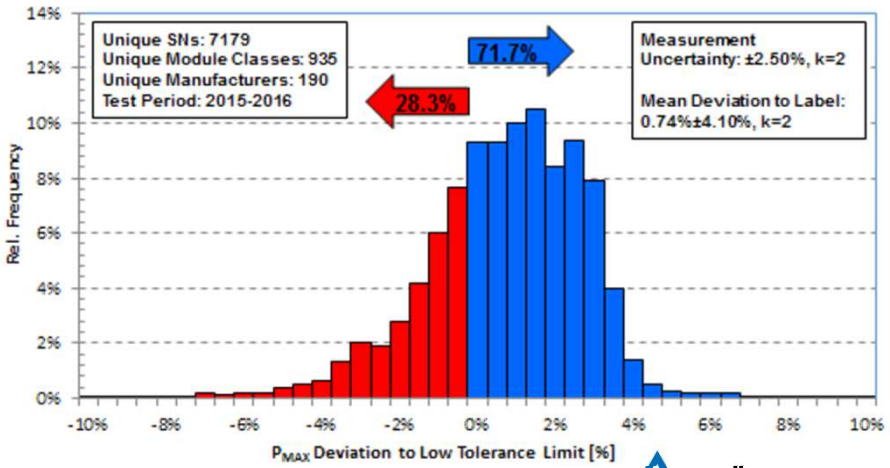
Warum der Module Performance Ratio (MPR) als Indikator?

$$MPR = \frac{\left(\sum_{months} P_{MPP}\right) / P_{MPP,STC}}{\left(\sum_{months} G_{PoA}\right) / 1000\,Wm^{-2}} [\%]$$

- MPR=1 bedeutet, die mittlere PV module Effizienz korrespondiert mit der STC Effizienz
- MPR≠1 Gewinn/Verlust der Leistungs-fähigkeit durch Modul-Temperatur, Verhalten bei Schwachlicht, spektrale Einflüsse oder Winkelabhängigkeit, Degradation oder Instabilitäten-

- $P_{MPP,STC}$ Möglichkeiten: Typenschild, Labor oder Außentest
  Auswahl: **gemessene Leistung im Labor:**
  Um sicherzustellen, dass alle Prüfmuster gleich behandelt wurden und, um den Einfluss von Leistungsklassifizierung oder Toleranzen zu minimieren.

- Produktionstoleranzen
- Lichte Induzierte Degradation (LID)
- Messungenauigkeiten
- Binning (Leistungsklassengrenzen)



TÜVRheinland®
Genau. Richtig.